

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-325287

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.CI.

G08G 1/01

G06F 15/70

G08G 1/04

(21)Application number : 05-110674

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 12.05.1993

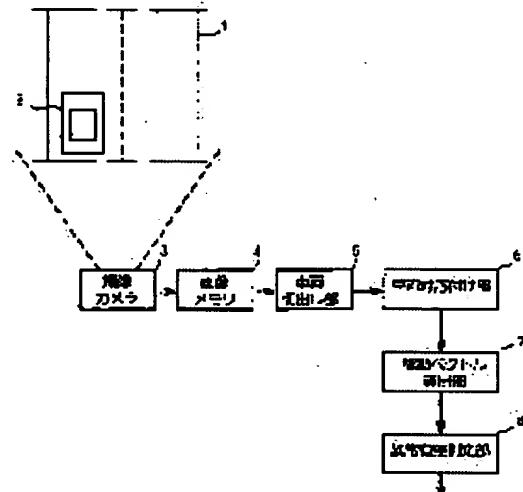
(72)Inventor : TERAMOTO AKITAKE  
KURUMI MASATOSHI

## (54) DEVICE FOR DETECTING TRAFFIC FLOW ABNORMALITY

### (57)Abstract:

PURPOSE: To make possible detecting abnormality before an accident happens by detecting the abnormal movement of a running vehicle.

CONSTITUTION: The image of the vehicle 2 which passes by on a road 1 is detected by an image pickup camera 3 so as to be stored in an image memory 4. The vehicles of the respective image are segmented from consecutive image frames by a vehicle segmenting part 5 and the correspondance of the same vehicle is executed among the consecutive image frames in a vehicle corresponding part 6. A mobile vector is calculated in a mobile vector from a correlation value obtained by the correspondance by a mobile vector calculation part 7. Angle  $\theta$  made by the calculated mobile vector with a road advancing direction vector which is previously obtained is calculated, the angle is compared with a previously decided threshold value so that presence or absence of abnormality is judged by an abnormality presence or absence judging part 8.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3144151

[Date of registration] 05.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-325287

(43)公開日 平成6年(1994)11月25日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 府内整理番号    | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|-----------|-----|--------|
| G 08 G 1/01              |      | E 7531-3H |     |        |
|                          |      | K 7531-3H |     |        |
| G 06 F 15/70             | 410  | 8837-5L   |     |        |
| G 08 G 1/04              |      | D 7531-3H |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全11頁)

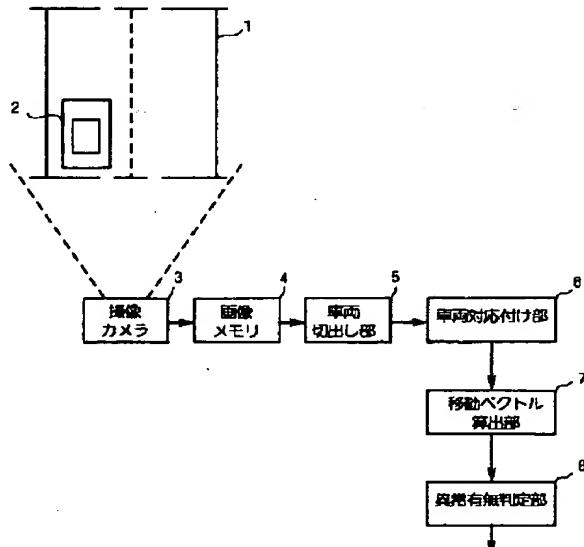
|          |                 |         |   |
|----------|-----------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平5-110674     | (71)出願人 | 000002945<br>オムロン株式会社<br>京都府京都市右京区花園土室町10番地 |
| (22)出願日  | 平成5年(1993)5月12日 | (72)発明者 | 寺本 順武<br>佐賀市赤松町241番地の17号アーバイン赤<br>松A-2      |
|          |                 | (72)発明者 | 来海 雅俊<br>京都府京都市右京区花園土室町10番地 オ<br>ムロン株式会社内   |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 小森 久夫                                   |
|          |                 |         |   |

(54)【発明の名称】 交通流異常検出装置

(57)【要約】

【目的】走行している車の異常な挙動を検知することにより事故などの起こる前に異常の検出を可能にする。

【構成】道路1上を通過する車両2の画像を撮像カメラ3で検出し、画像メモリ4に記憶する。連続する画像フレームから各画像の車両が車両切出し部5で切り出され、さらに車両対応付け部6において連続する画像フレーム間での同一車両の対応付けが行われる。その対応付けによって得られる相関値から移動ベクトルが移動ベクトル算出部7において算出される。算出された移動ベクトルとあらかじめ求められている道路の進行方向ベクトルとのなす角度θを算出し、該θとあらかじめ決められたしきい値とを比較して異常の有無を異常有無判定部8において判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】道路上を通過する車両の画像を検出する画像検出手段と、該画像検出手段で検出された連続する画像フレームから該画像フレーム内の車両の移動ベクトルを算出する車両移動ベクトル算出手段と、予め求められた道路上の該車両位置での進行方向ベクトルと前記移動ベクトルとのなす角度に基づいて交通流の異常有無を判定する異常有無判定手段と、を備えてなる交通流異常検出装置。

【請求項2】前記車両移動ベクトル算出手段は、連続した画像フレーム間の差分をとて車両部分の外接長方形を算出し、さらにこの外接長方形を画像フレームに当てはめることで車両を切り出す車両切出し部と、切り出した車両を参照して連続した画像フレーム間での同一の車両の対応をとる車両対応付け部と、該車両対応付け部での車両の対応結果に基づいて車両の移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出部とを備える、請求項1記載の交通流異常検出装置。

【請求項3】前記車両切出し部で切り出して抽出した車両の大きさ、前記車両対応付け部で得られた車両の対応結果の確からしさ、及び前記移動ベクトル算出部で算出した車両の移動ベクトルの大きさを含む画像処理段階での所定の情報の内一つ又は複数の情報に基づいて画像処理の確からしさを算出する信頼性算出手段と、該信頼性算出手段の算出結果と前記異常有無判定手段の判定結果から交通流の異常有無を総合的に判定する総合判定手段と、をさらに備える請求項2記載の交通流異常検出装置。

【請求項4】前記信頼性算出手段は、前記所定の情報を特徴量とする各々のファジイ測度を算出するファジイ測度算出手段と、各特徴量の組み合わせに対するファジイ測度値積分用の重みを予め記憶する重みテーブルと、該重みテーブルの重みを使用して前記ファジイ測度算出手段により算出されたファジイ測度の積分演算を行うファジイ積分手段と、を備える請求項3記載の交通流異常検出装置。

【請求項5】前記総合判定手段は、前記信頼性算出手段の算出結果と前記異常有無判定手段の判定結果から交通流の異常有無を画像フレーム単位で判定する暫定判定手段と、該暫定判定手段で判定された結果を複数フレーム分記憶する暫定判定結果記憶手段と、該暫定判定結果記憶手段に記憶されている複数フレーム分の判定結果から交通流の異常有無を最終的に判定する最終判定手段と、を備える請求項3記載の交通流異常検出装置。

【請求項6】前記異常有無判定手段は、画像内における道路上の白線等、道路の進行方向に沿って引いてある複数の基準線を、各々XY座標に置いた状態から、Z方向

の各基準線間隔が所定の長さとなるように各基準線をZ方向へ移動させることによって形成される、三次元曲面 $z = f(x, y)$ を算出する手段と、前記車両の位置するXY座標中の、点(p, q)における前記進行方向ベクトルを、曲面 $z = f(x, y)$ と平面 $z = f(p, q)$ の交線の傾きによって算出する手段と、を含んでなる請求項1記載の交通流異常検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

10 【産業上の利用分野】本発明は、画像処理によって交通流の異常有無を検出する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】交通流異常検出装置の主な目的は、事故、故障、落下物などによって本来通れるはずの車線がふさがれて通れなくなってしまった状態を検知し、後続の車両や中央の管制センターに知らせることである。従来の交通流異常検出装置は、(1)連続した画像フレーム間の差分を取ることによって抽出した車両の速度を算出し、その速度から渋滞を検知するもの、(2)数十の画像フレームを積分して移動部分を消去し、道路上の障害物(事故車、故障車、落下物など)を検出するもの、などが提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記(1)の装置は、障害物で車線をふさがれた結果としておこる渋滞を検知する構成であるために、実際に障害が起ってから渋滞を検知するまでの時間遅れが大きいという問題点がある。また、(2)の装置も、障害物を検知するために数十の画像フレームを積分する必要があるために処理時間がかかる、という問題点があった。

【0004】本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、走行している車両の異常な挙動を画像処理によって検知することにより、事故等が起こる前に異常検出を可能とする交通流異常検出装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、道路上を通過する車両の画像を検出する画像検出手段と、該画像検出手段で検出された連続する画像フレームから該画像フレーム内の車両の移動ベクトルを算出する車両移動ベクトル算出手段と、予め求められた道路上の該車両位置での進行方向ベクトルと前記移動ベクトルとのなす角度に基づいて交通流の異常有無を判定する異常有無判定手段と、を備えてなることを特徴とする。

【0006】また、前記車両移動ベクトル算出手段は、連続した画像フレーム間の差分をとて車両部分の外接長方形を算出し、さらにこの外接長方形を画像フレームに当てはめることで車両を切り出す車両切出し部と、切り出した車両を参照して連続した画像フレーム間での同一の車両の対応をとる車両対応付け部と、該車両対応付

け部での車両の対応結果に基づいて車両の移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出部とを備えることを特徴とする。

【0007】また、前記車両切出し部で切り出して抽出した車両の大きさ、前記車両対応付け部で得られた車両の対応結果の確からしさ、及び前記移動ベクトル算出部で算出した車両の移動ベクトルの大きさを含む画像処理段階での所定の情報の内一つ又は複数の情報に基づいて画像処理の確からしさを算出する信頼性算出手段と、該信頼性算出手段の算出結果と前記異常有無判定手段の判定結果から交通流の異常有無を総合的に判定する総合判定手段と、をさらに備えることを特徴とする。

【0008】また、前記信頼性算出手段は、前記所定の情報を特徴量とする各々のファジイ測度を算出するファジイ測度算出手段と、各特徴量の組み合わせに対するファジイ測度値積分用の重みを予め記憶する重みテーブルと、該重みテーブルの重みを使用して前記ファジイ測度算出手段により算出されたファジイ測度の積分演算を行うファジイ積分手段と、を備えることを特徴とする。

【0009】また、前記総合判定手段は、前記信頼性算出手段の算出結果と前記異常有無判定手段の判定結果から交通流の異常有無を画像フレーム単位で判定する暫定判定手段と、該暫定判定手段で判定された結果を複数フレーム分記憶する暫定判定結果記憶手段と、該暫定判定結果記憶手段に記憶されている複数フレーム分の判定結果から交通流の異常有無を最終的に判定する最終判定手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】さらに、前記異常有無判定手段は、画像内における道路上の白線等、道路の進行方向に沿って引いてある複数の基準線を、各々X Y座標に置いた状態から、Z方向の各基準線間隔が所定の長さとなるように各基準線をZ方向へ移動させることによって形成される、三次元曲面  $z = f(x, y)$  を算出する手段と、前記車両の位置するX Y座標中の、点  $(p, q)$  における前記進行方向ベクトルを、曲面  $z = f(x, y)$  と平面  $z = f(p, q)$  の交線の傾きによって算出する手段と、を含むことを特徴とする。

【0011】

【作用】撮像カメラによって検出された道路を通過する車両および道路を含む画像は、車両移動ベクトル算出手段に入力され、ここで車両の移動ベクトルが算出される。移動ベクトルの算出は、例えば、次のようにして行われる。すなわち、連続した画像フレーム間の差分をとって車両部分を含む外接長方形を算出し、この外接長方形を画像フレームに当てはめることで車両をまず切り出す。そして、切り出した車両を参照して連続した画像フレーム間での同一の車両の対応をとり、この車両の対応結果に基づいて車両の移動ベクトルを算出する。同一車両の対応付けは、相互の相関値を算出することで可能である。このようにして算出した車両の移動ベクトルと、

あらかじめ求められている道路上の該車両位置での進行方向ベクトルとを比較し、それらのベクトルがなす角度に基づいて交通流の異常有無を判定する。すなわち、このベクトル間の角度が一定以上であれば道路上に障害物があるために斜線がふさがれていると判断されることになる。

【0012】また、上記の一連の画像処理段階において、その処理の確からしさを算出する信頼性算出手段を設け、得られた異常有無判定結果と算出された信頼性結果とに基づいて交通流の異常有無を総合的に判定する。

この場合、画像処理の確からしさは、切り出されて抽出された車両の大きさ、車両の対応結果の確からしさ（すなわち、相関値）、および算出された車両の移動ベクトルの大きさを含む画像処理段階での所定の情報の中から一つまたは複数の情報に基づいて算出される。これらの情報に基づいて算出された画像処理の確からしさが低い値を示す場合には総合判定において交通流が異常状態にあると判定しない。

【0013】また、上記信頼性算出手段は、ファジイ測度によって信頼性算出を行うように構成できる。すなわち、前記画像処理段階での所定の情報を特徴量とする各々のファジイ測度を算出し、さらにこのファジイ速度の積分演算をあらかじめ決められた重みを使用して行うようとする。

【0014】また、判定された交通流の異常有無は暫定結果として画像フレームごとに記憶し、これらの複数の画像フレームの暫定結果から最終的に交通流の異常有無を判定する。

【0015】さらに、道路が湾曲している場合などには、道路の進行方向ベクトルを演算により求める。この演算は、X Y Z座標上に三次元の道路曲面を作成し、この曲面に対して車両の位置するX Y座標点が交差するようにX Y座標平面をZ方向に平行に移動させる。この方法により、道路上の任意の点における進行方向ベクトルを容易に算出できるようになる。

【0016】

【実施例】図1は、本発明の実施例の交通流異常検出装置のブロック図を示す。

【0017】道路1のあらかじめ決められた範囲を撮像範囲に設定した撮像カメラ3の出力は画像メモリ4に入力され、更に、画像メモリ4に記憶されている画像フレームデータは車両切出し部5に入力される。なお、図では、車両2が図の上の方向に移動しているものとする。

【0018】図2、図3は車両切出し部5の車両切出し方法について説明するための図である。いま、撮像カメラ3によって、図2(A)、(B)のような連続した画像が撮像され、それぞれの画像フレームが画像メモリ4に記憶されたとする。車両切出し部5では、この二つの画像フレームを得ると、まず、その差分をとる。差分をとることによって、移動していない部分、すなわち道路

や背景の部分が除去される。続いて、差分結果を水平方向に投影し、所定のしきい値（点線で示される）以上の部分だけを切り出した後に、今度は垂直方向に投影して同じ処理を行う（図3参照）。その結果、車両部分に外接する長方形5a, 5bが算出される。

【0019】そして、この外接長方形5a, 5bを図2(A)に示す入力画像フレームに当てはめることで車両を切り出し（図4参照）、また同図(B)に示す入力画像にも当てはめることで車両を切り出す。切り出された車両は車両対応付け部6に入力される。

【0020】前記車両対応付け部6では、切り出された画像間において、図2(A)の車両部分を含む図4の外接長方形の画像を教師画像として正規化相互相関演算を行い、最も相関値の高い部分を図2(A)の車両部分に対応する図2(B)の車両部分とする。車両対応付けを行った後、移動ベクトル算出部7において図2(A)と(B)の対応する車両の位置のずれによって車両の移動ベクトルを算出し（図5）、異常有無判定部8において、算出した車両の移動ベクトルとあらかじめ求められた道路の進行方向ベクトルとのなす角度θのcosθを算出し、その値が予め決められた所定のしきい値より小さければ異常と判定する。

【0021】以上に述べた異常検出装置により、2つの画像フレームを取り込んで画像処理を行うだけで交通流の異常有無を判定できるために、処理時間が短くてよく、もし異常状態が判定された場合には迅速に後続の車両に対して通知することができる。

【0022】図6は、本発明の他の実施例のブロック図を示す。図1に示す構成と相違する点は、信頼性算出部9と総合判定部10を設けた点である。信頼性算出部9は、車両切出し部5の出力、車両対応付け部6の出力および移動ベクトル算出部7の出力を入力し、切り出されて抽出された車両の大きさを表す情報(a)、車両の対応結果の確からしさ（すなわち相関値）を表す情報(b)、および車両の移動ベクトルの大きさを表す情報(c)の3つの情報に基づいて画像処理の確からしさ、すなわち画像処理の信頼性を算出し、この結果を異常有無判定部8の判定結果と共に総合判定部10に導く。総合判定部10では、異常有無判定部8からの判定結果だけではなく、信頼性算出部9から出力された結果をも参考して総合的な異常有無の判定を行う。

【0023】前記信頼性算出部9では、上記の3つの情報の内どれか1つでも所定のしきい値以下であれば「NG」を、すべてがしきい値以上であれば「OK」を総合判定部10に対して出力する。総合判定部10では、異常有無判定部8の判定結果が「異常」であり、信頼性算出部9の結果が「OK」の時だけ最終判定結果を「異常」とし、それ以外は「正常」として出力する。このように信頼性算出部9を付加することにより、車両以外のノイズを抽出してしまうなどの画像処理のミスが原因と

なって「異常」と誤判定することを防ぐことができる。なお、この実施例では、信頼性を算出するのに上記の情報(a), (b), (c)の3つを全て見ているが、このうちの1つの情報だけであってもよい。

【0024】前記信頼性算出部9は、入力される情報を特徴量とする各々のファジイ測度を算出することで信頼性結果を求めることができる。図7はこの場合の構成図を示す。ファジイ測度によって信頼性を求めるには、この信頼性算出部9を、前記3つのそれぞれの情報を特徴量とする各々のファジイ測度を算出するファジイ速度算出部9aと、各特徴量の組み合わせに対するファジイ測度値積分用の重みを記憶する重みテーブル9bと、重みテーブルから得られる重みを使用してファジイ測度算出手段により算出されたファジイ速度の積分演算を行うファジイ積分部9cとで構成される。ここでは、ファジイ積分には、Choquet積分（ファジイ測度論入門「1」：菅野、室伏：日本ファジイ学会誌90/5 V o l. 2 No. 2 174-181などで公知である。）を用いる。このChoquet積分を行うには、ファジイ測度値（メンバーシップ値）をまず求める。

【0025】図8は、Choquet積分による評価値Vを求める方法について説明する図である。

【0026】まず、入力情報として、特徴量 $\omega$ 、メンバーシップ値 $f(\omega)$ および $\mu$ を用意する。特徴量とメンバーシップ値は並べ替え手段により、メンバーシップ値が大きい順に並べ替えられる。その後、積分を図8に示す式(1)によって行う。ここで、 $\mu$ は、各特徴量が互いに相関のある場合、それらが同時にある値を得た時、その信頼度がどのくらい左右されるかの程度を表したものであり、値が1に近いほど信頼度が大きいことを示している。この $\mu$ の値はあらかじめテーブルで与えられる。本実施例では、特徴量を、それぞれ面積（切り出して抽出した車両の大きさ）、速度（移動ベクトル算出部7で算出した移動ベクトルの大きさ）、及び相関値（車両対応付け部6で得られる車両の対応結果の確からしさ）とし、これらの特徴量の組み合わせに対する重み $\mu$ は図9のように設定されているものとする。また、各特徴量のメンバーシップ関数を図10に示す。ファジイ測度算出部9aでは、このメンバーシップ関数を使用してメンバーシップ値（ファジイ測度）を算出する。

【0027】今、たとえば、3つの画像P1, P2, P3のそれぞれの特徴量（面積、速度、相関値）がP1(500, 110, 0.85), P2(6500, 10, 0.9), P3(180, 150, 0.7)であったとすれば、それぞれのファジイ測度(Af, Bf, Cf)は、P1(1.0, 0.9, 0.7), P2(0.7, 0.33, 0.8), P3(0.2, 0.5, 0.4)となる。

【0028】前記ファジイ積分部9cでは、ファジイ測度算出部9aで上記のようにして得られたファジイ測度

(A f, B f, C f) と重みテーブル 9 b から得られる重み  $\mu$  に基づいて図 8 に示す積分を行って評価値 V を算出する。同式によって各画像 P 1, P 2, P 3 に対する評価値 V を計算すると、次のようになる。

【0029】

$$\begin{aligned} V(P1) &= (A f - B f) \times \mu(\{A f\}) \\ &+ (B f - C f) \times \mu(\{A f, B f\}) \\ &+ C f \times \mu(\{A f, B f, C f\}) \\ &= (1.0 - 0.9) \times 0.6 \\ &+ (0.9 - 0.7) \times 0.5 \\ &+ 0.7 \times 1.0 \\ &= 0.86 \end{aligned}$$

同様に V(P2), V(P3) についてもそれぞれ、C f > A f > B f, B f > C f > A f であるから、

$$\begin{aligned} V(P2) &= (C f - A f) \times \mu(\{C f\}) \\ &+ (A f - B f) \times \mu(\{A f, C f\}) \\ &+ B f \times \mu(\{A f, B f, C f\}) \\ &= (0.8 - 0.7) \times 0.5 \\ &+ (0.7 - 0.33) \times 0.6 \\ &+ 0.33 \times 1.0 \\ &= 0.602 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(P3) &= (B f - C f) \times \mu(\{B f\}) \\ &+ (C f - A f) \times \mu(\{B f, C f\}) \\ &+ A f \times \mu(\{A f, B f, C f\}) \\ &= (0.5 - 0.4) \times 0.4 \\ &+ (0.4 - 0.2) \times 0.4 \\ &+ 0.2 \times 1.0 \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

上記の評価値(積分値)を画像処理が正しいかどうかの信頼性情報をとする。たとえば、しきい値を 2 つ用いて、信頼性結果が 0.8 以上であれば OK, 0.4 未満であれば NG、その中間であれば GRAY とした時、画像 P 1 は OK, P 2 は GRAY, P 3 は NG となる。

【0030】上記のように、各特徴量をもとにしたファジイ測度積分を信頼性算出部 9 に用いることにより、より確かな評価値を得ることができる。

【0031】図 11 は、本発明の他の実施例の総合判定部の構成を示している。この実施例では、図 6 の総合判定部 10 を、異常有無判定部 8 の判定結果と信頼性算出部 9 の算出結果とから交通流の異常有無を画像フレーム単位で判定する暫定判定部 10 a と、この暫定判定部 10 a で判定された結果を複数フレーム分記憶する暫定判定結果記憶部 10 b と、この記憶されている複数フレーム分の暫定判定結果から交通流の異常有無を最終的に判定する最終判定部 10 c とを備えている。この装置では、暫定判定部 10 a で「異常」と 1 回判定されても直ちに最終判定されず、その暫定判定結果が暫定判定結果記憶部 10 b に複数画像フレーム分記憶されてからその記憶結果に基づいて最終判定を行う。したがって、暫定判定結果が異常となった連続回数があるしきい値以上に

なった時に、最終判定部 10 c が「異常」を出力する。このように、複数フレーム分の暫定判定結果を用いることによって、さらに信頼性が高い判定が可能となる。なお、10 フレーム分程度の暫定判定結果を用いるとしても、そのことによる処理時間の遅れはそれほど問題にならぬことがなく実用上差し支えはない。

【0032】以上の実施例では、道路が真っ直ぐであり、その進行方向ベクトルがあらかじめ与えられているものとしたが、道路が湾曲している場合には車両の位置

によって進行方向ベクトルが変わってくる。この場合、進行方向を求めるのに、道路の進行方向に沿って引かれている基準線、例えば白線を使用する。進行方向を算出するにまず考えられるのは、白線からの距離の割合が一定になる方向を算出し、その方向を進行方向とする方法であるが、その方法では正しい進行方向を算出することが困難である。そこで、道路の両側にあるそれぞれの白線を異なる Z 座標に置いて、仮想的に三次元空間に置いた道路に相当する曲面をスプライン補間によって求め、その曲面を用いて進行方向ベクトルを算出する。

【0033】いま、車両の写っていない道路画像が図 12 (A) に示すように用意されると、その道路の車線を区切る白線 1 a, 1 b, 1 c の白線の座標を求めて、三次曲面作成部 12 に入力する。この作成部 12 において、図 12 (A) の画像の横軸を X 軸、縦軸を Y 軸として XY 座標平面 ( $z = 0$ ) に変換し(写像し)、その XY 座標平面上の白線を Z 軸に平行移動して曲面を作成する。すなわち、それぞれの白線を、図 12 (B) のような XYZ 三次元空間にて、1 番左の白線は  $z = k$ 、中央は  $z = 2k$ 、1 番右の白線は  $z = 3k$  というそれぞれの平面上に平行移動し、そして、得られた XYZ 空間中の 3 本の曲線で張られる曲面  $z = f(x, y)$  をスプライン補間によって求める。一方、車両切出し部 5 からの情報に基づいて、車両位置算出部 11 では、画像に車両が表れしだい、切り出された車両の位置 ( $p, q$ ) を XY の二次元座標上で求める。なお、この位置 ( $p, q$ ) は、車両の画像中の重心を求めた位置であるのが望ましいが、計算を簡単にするために、ここでは図 2 (A) の入力画像 (1) における外接長方形の中心(対角線同士の交点)とする。そして、進行方向ベクトル算出部 13 において、この二次元座標の、( $p, q$ ) における進行方向ベクトルを、三次元曲面作成部 12 であらかじめ作成されている曲面  $z = f(x, y)$  から算出する。具体的に

【0034】いま、車両の写っていない道路画像が図 12 (A) に示すように用意されると、その道路の車線を区切る白線 1 a, 1 b, 1 c の白線の座標を求めて、三次曲面作成部 12 に入力する。この作成部 12 において、図 12 (A) の画像の横軸を X 軸、縦軸を Y 軸として XY 座標平面 ( $z = 0$ ) に変換し(写像し)、その XY 座標平面上の白線を Z 軸に平行移動して曲面を作成する。すなわち、それぞれの白線を、図 12 (B) のような XYZ 三次元空間にて、1 番左の白線は  $z = k$ 、中央は  $z = 2k$ 、1 番右の白線は  $z = 3k$  というそれぞれの平面上に平行移動し、そして、得られた XYZ 空間中の 3 本の曲線で張られる曲面  $z = f(x, y)$  をスプライン補間によって求める。一方、車両切出し部 5 からの情報に基づいて、車両位置算出部 11 では、画像に車両が表れしだい、切り出された車両の位置 ( $p, q$ ) を XY の二次元座標上で求める。なお、この位置 ( $p, q$ ) は、車両の画像中の重心を求めた位置であるのが望ましいが、計算を簡単にするために、ここでは図 2 (A) の入力画像 (1) における外接長方形の中心(対角線同士の交点)とする。そして、進行方向ベクトル算出部 13 において、この二次元座標の、( $p, q$ ) における進行方向ベクトルを、三次元曲面作成部 12 であらかじめ作成さ

れています。この曲面  $z = f(x, y)$  から算出する。具体的に

は、点  $(p, q)$  における進行方向ベクトルは、XYZ空間中において、曲面  $z = f(x, y)$  と平面  $z = f(p, q)$  との交線の点  $(p, q, f(p, q))$  における接線の方向として求められる。このように、二次元の道路を仮想的に三次元空間に置き換えることにより、道路上の白線の座標データを求めておくだけで、画像中の道路上の任意の点の進行方向ベクトルを簡単に、しかも正確に求めることができる。

## 【0034】

【発明の効果】本発明では、連続した画像フレームから車両の移動ベクトルを算出し、その移動方向が道路の進行方向と大きく異なる時に異常と検知するようにできる。すなわち、交通事故などが発生した後の現象から検知するのではなく、事故直前の現象、および起りつつある状況を検知するために、早期検知が可能となる。交通流異常の早期検知は、後続車への警報による二次衝突の防止や、救急活動の迅速化などに非常に大きな効果をもたらす。

【0035】また、抽出した車両部分の大きさ、画像間での車両の対応を求める時の確からしさ、移動ベクトルの大きさなどを用いて画像処理の信頼性を算出しているために、画像処理のミスによる誤判定を少なくし、精度の高い判定を可能にする。そして、この信頼性の算出を、ファジイ測度積分によって行うことで、誤判定をさらに少なくすることができる。

【0036】さらに、1回の判定だけで異常を出力せずに、それを暫定判定結果として連続して数回記憶し、それらの複数の暫定判定結果が異常と判定された時に初めて総合判定を異常とするために、判定の確度をさらに上\*

\*げることが可能になる。

【0037】また、道路を仮想的に三次元空間において曲面にし、その曲面を用いて進行方向ベクトルを算出しているために、道路上の任意の点の進行方向ベクトルが正しく算出できるようになる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の交通流異常検出装置のブロック図を示す図。

【図2】(A), (B) はそれぞれ連続する入力画像フレームを示す図。

【図3】差分画像と車両の切出し方法を説明する図。

【図4】切り出した車両画像を示す図。

【図5】車両の対応付けと移動ベクトルの算出方法を示す図。

【図6】本発明の他の実施例の構成を示す図。

【図7】本発明のさらに他の実施例における信頼性算出部の構成を示す図。

【図8】ファジイ測度積分に使用する Choquet 積分法を説明するための図。

【図9】重みテーブルの例を示す図。

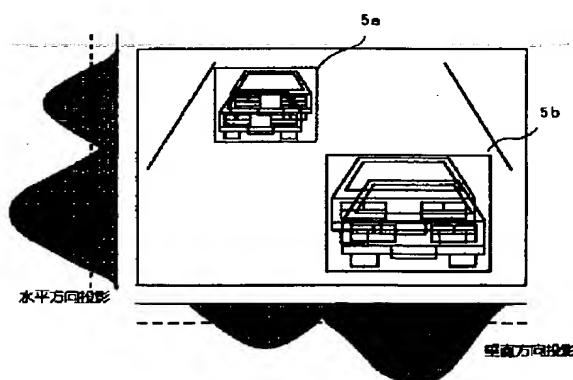
【図10】各特徴量のメンバーシップ関数を示す図。

【図11】本発明のさらに他の実施例において総合判定部の構成を示す図。

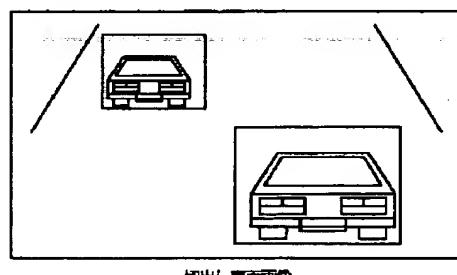
【図12】(A), (B) は、それぞれ道路画像および道路上の進行方向ベクトルの算出法を説明するための図。

【図13】本発明にさらに他の実施例において進行方向ベクトルを算出する部分の構成を示す図。

【図3】



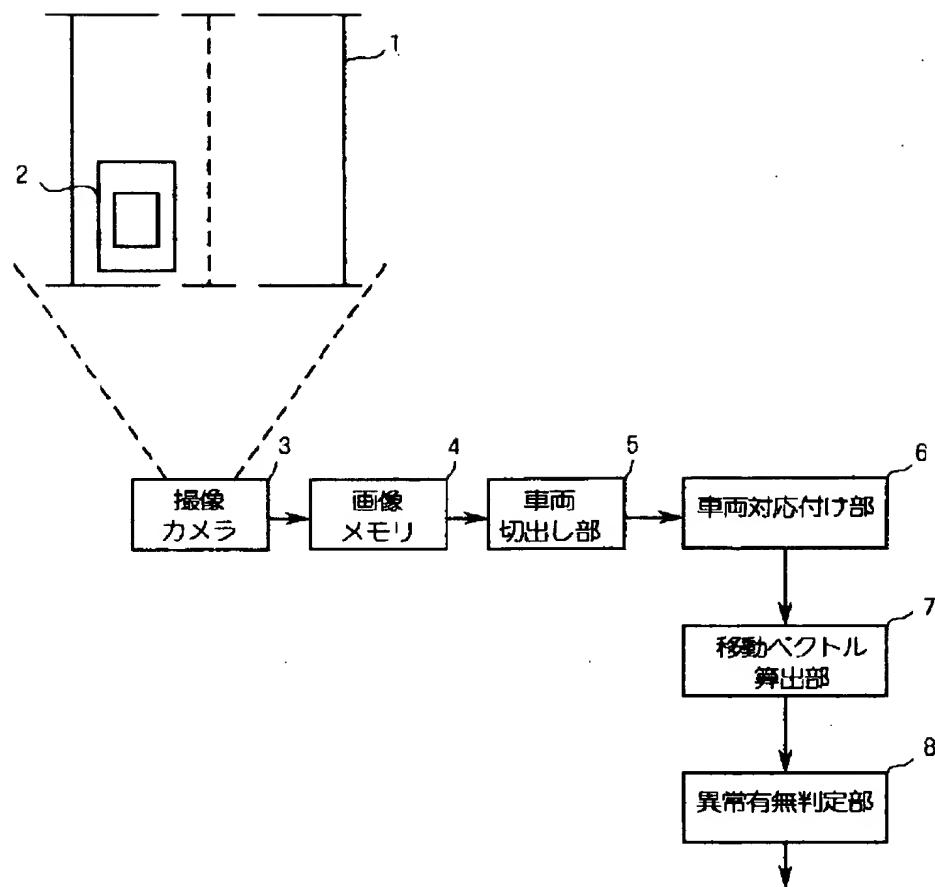
【図4】



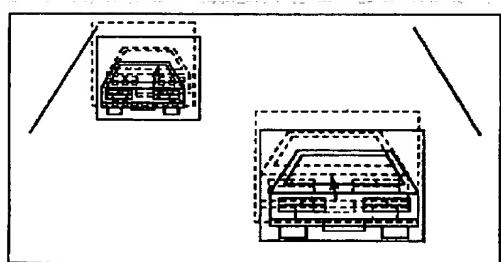
【図9】

| UI         | {Af}         | {Bf}        | {Cf}     |
|------------|--------------|-------------|----------|
| $\mu_{Ui}$ | 0.6          | 0.4         | 0.5      |
| UI         | {Af, Bf}     | {Af, Cf}    | {Bf, Cf} |
| $\mu_{Ui}$ | 0.5          | 0.6         | 0.4      |
| UI         | {Af, Bf, Cf} | $\emptyset$ |          |
| $\mu_{Ui}$ | 1.0          | 0           |          |

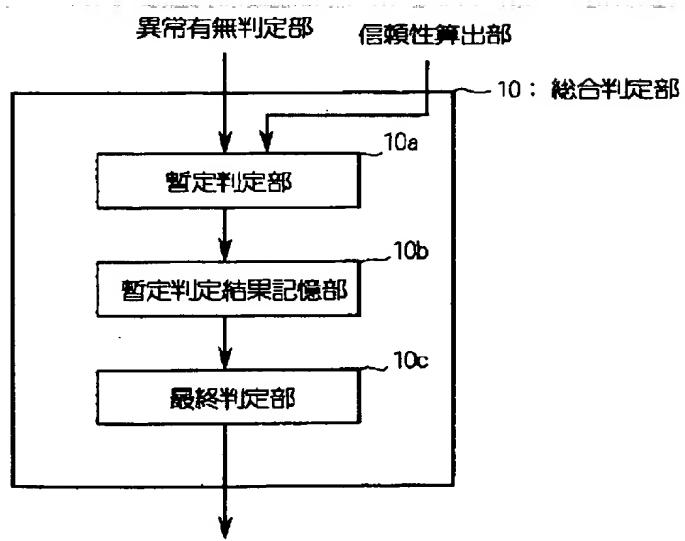
【図1】



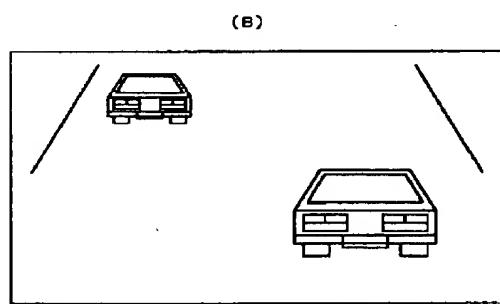
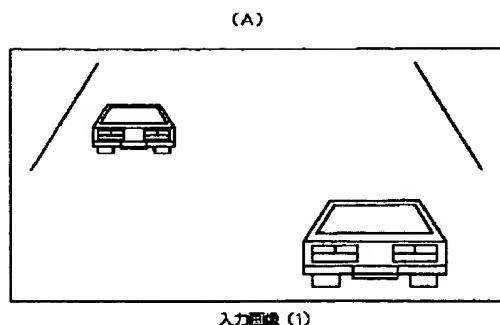
【図5】



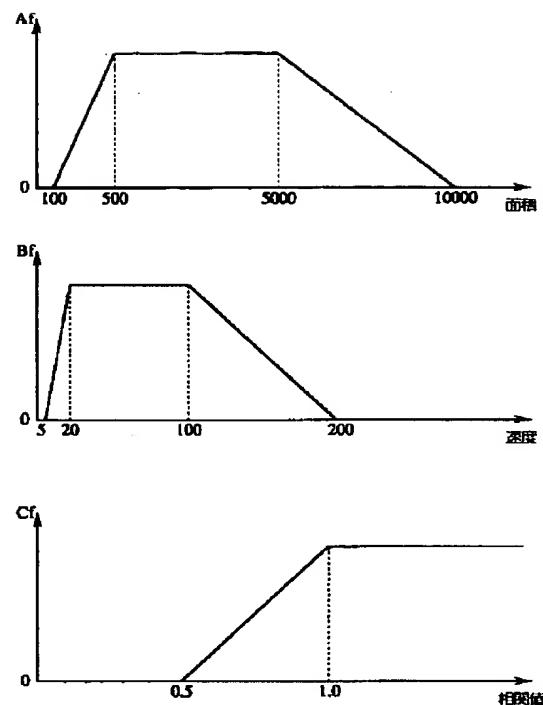
【図11】



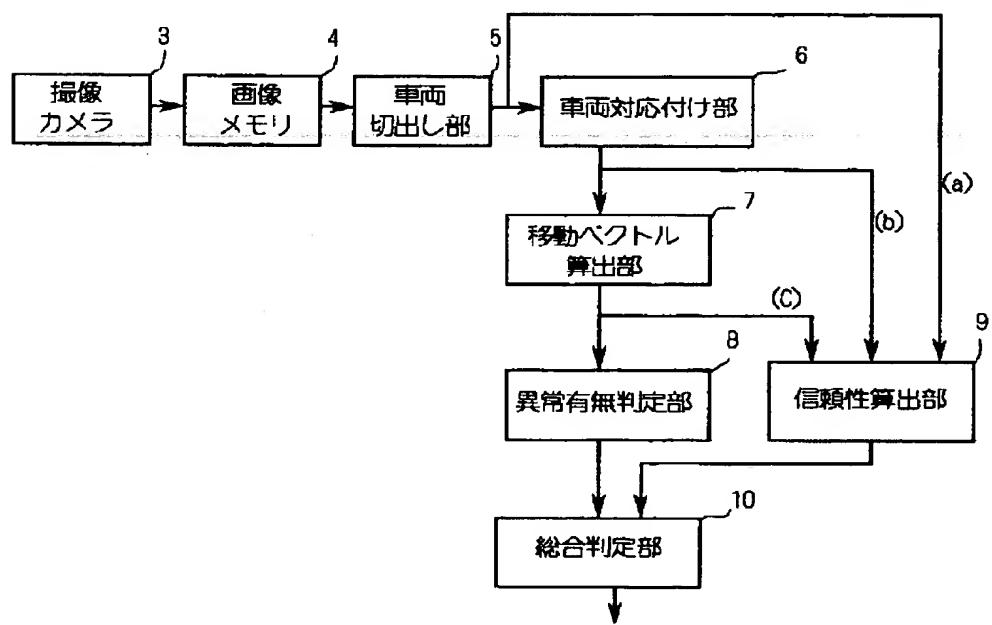
【図2】



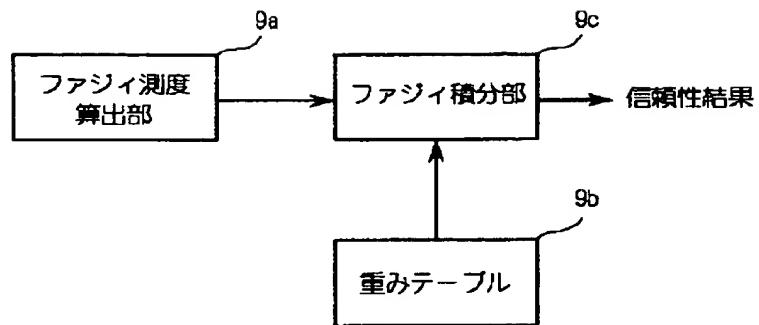
【図10】



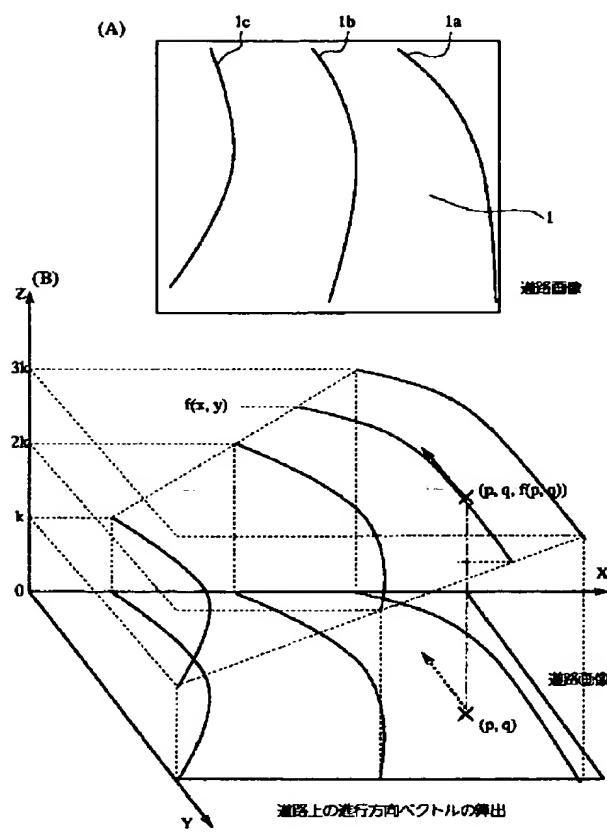
【図6】



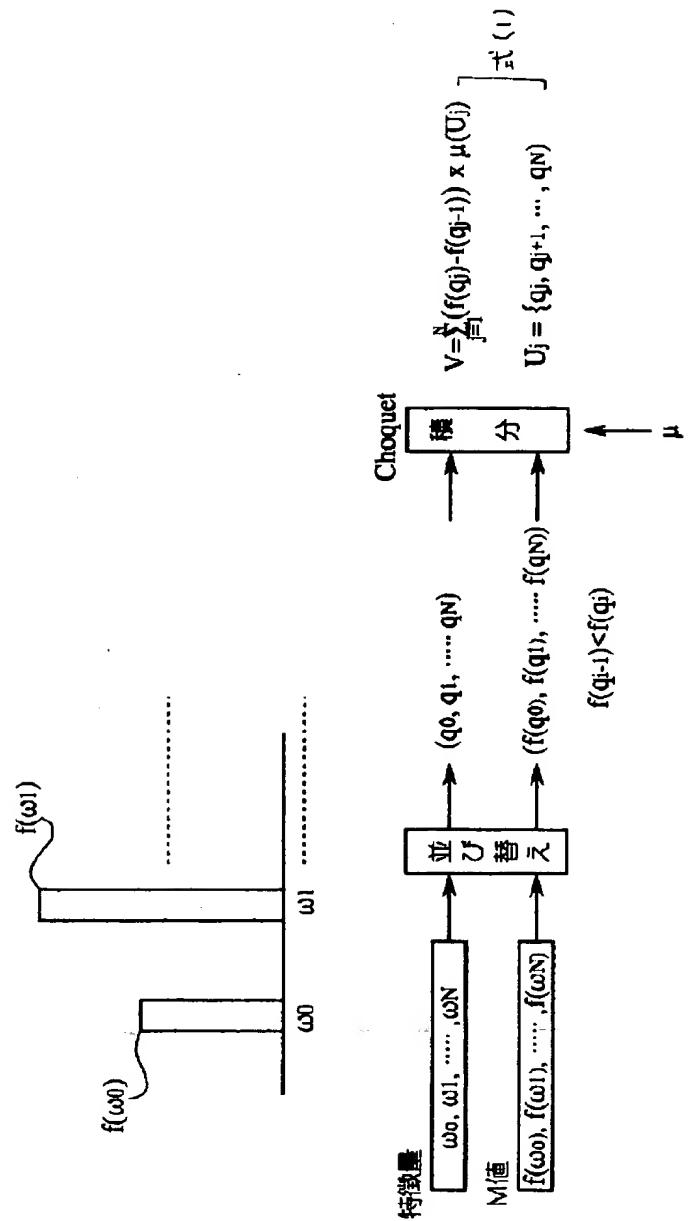
【図7】



【図12】



【図8】



【図13】

